

P21599.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :N. ABE

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :IMAGE INTERPOLATING DEVICE




CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application Nos. 2001-018044, filed January 26, 2001 and 2001-030656, filed February 7, 2001. As required by 37 C.F.R. 1.55, certified copies of the Japanese applications are being submitted herewith.

Respectfully submitted,
N. ABE


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

Reg. No.
33,329

January 18, 2002
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-018044

出 願 人

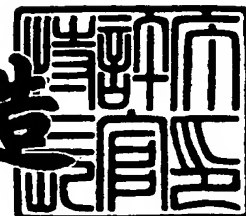
Applicant(s):

旭光学工業株式会社

2001年10月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3092601

【書類名】 特許願

【整理番号】 AP00050

【提出日】 平成13年 1月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 9/07

【発明者】

【住所又は居所】 北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク 1-1-10
札幌市エレクトロニクスセンター 313号室 旭光学
工業株式会社ペンタックステクノロジー札幌内

【氏名】 阿部 紳聡

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像補間装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水平方向にレッド（R）とグリーン（G）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 1 の列と、この第 1 の列の上下側に隣接し、水平方向に G とブルー（B）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 2 の列とから構成されるカラーフィルタと、

前記各カラーフィルタ要素に対応した画素信号である R、G、B 信号を生成する撮像素子と、

前記撮像素子によって生成された R、G、B 信号から、 2×2 の画素マトリクスにおいて左上に R 信号が位置する第 1 パターンと、右上に G 信号が位置する第 2 パターンと、左下に G 信号が位置する第 3 パターンと、右下に B 信号が位置する第 4 パターンとにそれぞれ属する画像を抽出するパターン設定手段と、

前記第 1 および第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の G 信号を利用して G 信号を求める G 補間処理手段と、

前記第 2 および第 3 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の R および B 信号を利用して R および B 信号を求める R/B 補間処理手段と、

前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、前記類似画素の輝度値と色差信号 C_b 、 C_r に基づいて、B 信号を補間により求めるとともに、前記 G 補間処理手段により求められた G 信号を修正する第 1 の補間／修正処理手段と、

前記第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、前記類似画素の輝度値と色差信号 C_b 、 C_r に基づいて、R 信号を補間により求めるとともに、前記 G 補間処理手段により求められた G 信号を修正する第 2 の補間／修正処理手段と

を備えることを特徴とする画像補間装置。

【請求項 2】 前記 G 補間処理手段において、前記隣接する画素が前記第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の

画像補間装置。

【請求項 3】 前記 R / B 補間処理手段において、前記隣接する画素が前記第 1 および第 4 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 4】 前記第 1 の補間 / 修正処理手段および前記第 2 の補間 / 修正処理手段において、前記隣接する画素が前記第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 5】 前記第 1 の補間 / 修正処理手段および第 2 の補間 / 修正処理手段が、前記隣接する画素における G 信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 6】 前記第 1 の補間 / 修正処理手段が、前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号 C b、C r が前記類似画素の色差信号 C b、C r に等しいと仮定して、前記 B 信号を求めるとともに前記 G 信号を修正することを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 7】 前記第 2 の補間 / 修正処理手段が、前記第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号 C b、C r が前記類似画素の色差信号 C b、C r に等しいと仮定して、前記 R 信号を求めるとともに前記 G 信号を修正することを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 8】 前記第 1 の補間 / 修正処理手段が、前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の G 信号と前記類似画素の G 信号との比率を前記輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 C b、C r を用いて、前記 B 信号を求めるとともに前記 G 信号を修正することを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

【請求項 9】 前記第 1 の補間 / 修正処理手段が、下記式に従って前記 B 信号を求めるとともに前記 G 信号を修正することを特徴とする請求項 8 に記載の画像補間装置。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y G = Y \times G(x, y) / G(x', y')$$

$$g' = Y G - 0.344 \times C b - 0.714 \times C r$$

$$b = Y G + 1.772 \times C b$$

ただし、Yは前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は前記類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第1パターンに属する画像の画素のG信号、bは前記第1の補間／修正処理手段により求められる前記第1パターンに属する画素のB信号、 g' は修正されたG信号である。

【請求項10】 前記第2の補間／修正処理手段が、前記第4パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のG信号と前記類似画素のG信号との比率を前記輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 $C r$ を用いて、前記R信号を求めるとともに前記G信号を修正することを特徴とする請求項1に記載の画像補間装置。

【請求項11】 前記第2の補間／修正処理手段が、下記式に従って前記R信号を求めるとともに前記G信号を修正することを特徴とする請求項10に記載の画像補間装置。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y G = Y \times G(x, y) / G(x', y')$$

$$r = Y G + 1.402 \times C r$$

$$g' = Y G - 0.344 \times C b - 0.714 \times C r$$

ただし、Yは前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は前記類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第4パターンに属する画像の画素のG信号、rは前記第2の補間／修正処理手段により求められる前記第4パターンに属する画像の画素のR信号、 g' は修正されたG信号である。

【請求項12】 前記第1の補間／修正処理手段が、前記隣接する画素におけるG信号およびR信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項1に記載の画像補間装置。

【請求項13】 前記第2の補間／修正処理手段が、前記隣接する画素にお

けるG信号およびB信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項1に記載の画像補間装置。

【請求項14】 前記第1の補間／修正処理手段が、前記第1パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のG信号およびR信号に基づいて得られる第1の参照値と前記類似画素のG信号およびR信号に基づいて得られる第2の参照値との比率を前記輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号Cbを用いて、前記B信号を補間により求めるとともに前記G信号を修正することを特徴とする請求項1に記載の画像補間装置。

【請求項15】 前記第1の補間／修正処理手段が、下記式に従って前記B信号を求めるとともに前記G信号を修正することを特徴とする請求項14に記載の画像補間装置。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.299 \times R(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.299 \times R(x', y'))$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r$$

$$b = Y_G + 1.772 \times C_b$$

ただし、Yは前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は前記類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第1パターンに属する画像の画素のG信号、bは前記第1の補間／修正処理手段により求められる前記第1パターンに属する画像の画素のB信号、 g' は修正されたG信号である。

【請求項16】 前記第2の補間／修正処理手段が、前記第4パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のG信号およびB信号に基づいて得られる第1の参照値と前記類似画素のG信号およびB信号に基づいて得られる第2の参照値との比率を前記輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号Crを用いて、前記R信号を求めるとともに前記G信号を修正することを特徴とする請求項1に記載の画像補間装置。

【請求項17】 前記第2の補間／修正処理手段が、下記式に従って前記R

信号を求めるとともに前記G信号を修正することを特徴とする請求項16に記載の画像補間装置。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.114 \times B(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y'))$$

$$r = Y_G + 1.402 \times C_r$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r$$

ただし、Yは前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は前記類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第4パターンに属する画像の画素のG信号、rは前記第2の補間／修正処理手段により求められる前記第4パターンに属する画像の画素のR信号、 g' は修正されたG信号である。

【請求項18】 マトリクス状に配置された各画素において、受光面に結像された被写体像に対応した色信号が生成される撮像素子と、

対象画素の近傍に位置する複数の隣接画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、前記対象画素の色信号を求める補間処理手段と、

前記対象画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、前記類似画素の輝度値と色差信号 C_b 、 C_r に基づいて、前記補間処理手段によって得られた前記対象画素の色信号を修正する修正処理手段と

を備えることを特徴とする画像補間装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばデジタルカメラにおいて、カラー画像の画質を向上させるために設けられる画像補間装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来デジタルカメラにおいて、カラー画像を検出するために、CCD等の撮像

素子の前面にバイヤー配列のカラーフィルタを設けたものが知られている。このカラーフィルタは、レッド（R）、グリーン（G）およびブルー（B）の各カラーフィルタ要素を市松模様に配列して構成され、これらのカラーフィルタ要素は撮像素子のフォトダイオードにそれぞれ対応している。したがってフォトダイオードにより、各カラーフィルタ要素に対応した色の画素信号が生成され、例えば R のカラーフィルタ要素に対応したフォトダイオードにより R の画素信号が生成される。

【0003】

撮像素子から出力された画素信号をそのまま用いるよりも高画質のカラー画像を表示するため、画素信号に対して補間処理を施すことがある。通常の補間処理では、フォトダイオードによって R 信号が得られた画素に対しては、その周囲に位置する画素の G 信号の相加平均をとることによって G 信号が生成され、また、その周囲に位置する画素の B 信号の相加平均をとることによって B 信号が生成される。ところが、例えば空間周波数の高い画像において、補間処理によって求めようとしている画素の実際の色とその周囲の画素の実際の色とが大きく異なることがあり、このような場合、補間処理により得られた画素の色信号の値によって、再生画像に色にじみが生じる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

したがって本発明は、補間処理によって再生画像に色にじみが生じることを減少させることを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る第 1 の画像補間装置は、カラーフィルタと撮像素子とパターン設定手段と G 補間処理手段と R/B 補間処理手段と第 1 の補間／修正処理手段と第 2 の補間修正処理手段とを備えている。

カラーフィルタは、水平方向にレッド（R）とグリーン（G）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 1 の列と、この第 1 の列の上下側に隣接し、水平方向に G とブルー（B）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 2 の列とから構成される。

撮像素子は、各カラーフィルタ要素に対応した画素信号であるR、G、B信号を生成する。パターン設定手段は、撮像素子によって生成されたR、G、B信号から、 2×2 の画素マトリクスにおいて左上にR信号が位置する第1パターンと、右上にG信号が位置する第2パターンと、左下にG信号が位置する第3パターンと、右下にB信号が位置する第4パターンとにそれぞれ属する画像を抽出する。G補間処理手段は、第1および第4パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素のG信号を利用してG信号を求める。R/B補間処理手段

は、第2および第3パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素のRおよびB信号を利用してRおよびB信号を求める。第1の補間/修正処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、類似画素の輝度値と色差信号C_b、C_rに基づいて、B信号を補間により求めるとともに、G補間処理手段により求められたG信号を修正する。第2の補間/修正処理手段は、第4パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、類似画素の輝度値と色差信号C_b、C_rに基づいて、R信号を補間により求めるとともに、G補間処理手段により求められたG信号を修正する。

【0006】

G補間処理手段において、隣接する画素は第2および第3パターンに属する画像に含まれる。R/B補間処理手段において、隣接する画素は第1および第4パターンに属する画像に含まれる。第1の補間/修正処理手段および第2の補間/修正処理手段において、隣接する画素は第2および第3パターンに属する画像に含まれる。

【0007】

第1の補間/修正処理手段および第2の補間/修正処理手段は、好ましくは、隣接する画素におけるG信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出する。類似画素の色合いが補間処理によって求めようとしている画素の色合いに近いと推定することにより、色にじみが減少する。

【0008】

第1の補間/修正処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、色

差信号 C_b 、 C_r が類似画素の色差信号 C_b 、 C_r に等しいと仮定して、 B 信号を求めるとともに G 信号を修正してもよい。同様に第 2 の補間／修正処理手段は、第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号 C_b 、 C_r が類似画素の色差信号 C_b 、 C_r に等しいと仮定して、 R 信号を求めるとともに G 信号を修正してもよい。

【 0 0 0 9 】

第 1 の補間／修正処理手段は、第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の G 信号と類似画素の G 信号との比率を輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 C_b 、 C_r を用いて、 B 信号を求めるとともに G 信号を修正してもよい。これにより、さらに色にじみを減少させることが可能になる。この場合、第 1 の補間／修正処理手段は例えば下記式に従って B 信号を求めるとともに G 信号を修正する。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x', y')$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r$$

$$b = Y_G + 1.772 \times C_b$$

ただし、 Y は類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は類似画素の R 、 G 、 B 信号、 $G(x, y)$ は第 1 パターンに属する画像の画素の G 信号、 b は第 1 の補間／修正処理手段により求められる第 1 パターンに属する画素の B 信号、 g' は修正された G 信号である。

【 0 0 1 0 】

第 2 の補間／修正処理手段は、第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の G 信号と類似画素の G 信号との比率を輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 C_r を用いて、 R 信号を求めるとともに G 信号を修正してもよい。この場合、第 2 の補間／修正処理手段は例えば下記式に従って R 信号を求めるとともに G 信号を修正する。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y G = Y \times G(x, y) / G(x', y')$$

$$r = Y G + 1.402 \times C r$$

$$g' = Y G - 0.344 \times C b - 0.714 \times C r$$

ただし、Yは類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第4パターンに属する画像の画素のG信号、rは第2の補間／修正処理手段により求められる第4パターンに属する画像の画素のR信号、 g' は修正されたG信号である。

【0011】

第1の補間／修正処理手段は、隣接する画素におけるG信号およびR信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出してもよい。また、第2の補間／修正処理手段は、隣接する画素におけるG信号およびB信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出してもよい。

【0012】

第1の補間／修正処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のG信号およびR信号に基づいて得られる第1の参照値と類似画素のG信号およびR信号に基づいて得られる第2の参照値との比率を輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号Cbを用いて、B信号を補間により求めるとともにG信号を修正してもよい。この場合、第1の補間／修正処理手段は例えば下記式に従ってB信号を求めるとともにG信号を修正する。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.299 \times R(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.299 \times R(x', y'))$$

$$g' = Y G - 0.344 \times C b - 0.714 \times C r$$

$$b = Y G + 1.772 \times C b$$

ただし、Yは類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は類似画素の

R, G, B 信号、 $G(x, y)$ は第 1 パターンに属する画像の画素の G 信号、 b は第 1 の補間／修正処理手段により求められる第 1 パターンに属する画像の画素の B 信号、 g' は修正された G 信号である。

【0013】

第 2 の補間／修正処理手段は、第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の G 信号および B 信号に基づいて得られる第 1 の参照値と類似画素の G 信号および B 信号に基づいて得られる第 2 の参照値との比率を輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 C_r を用いて、R 信号を求めるとともに G 信号を修正してもよい。この場合、第 2 の補間／修正処理手段は例えば下記式に従って R 信号を求めるとともに G 信号を修正する。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.114 \times B(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y'))$$

$$r = Y_G + 1.402 \times C_r$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r$$

ただし、 Y は類似画素の輝度値、 $R(x', y')$, $G(x', y')$, $B(x', y')$ は類似画素の R, G, B 信号、 $G(x, y)$ は第 4 パターンに属する画像の画素の G 信号、 r は第 2 の補間／修正処理手段により求められる第 4 パターンに属する画像の画素の R 信号、 g' は修正された G 信号である。

【0014】

本発明に係る第 2 の画像補間装置は、マトリクス状に配置された各画素において、受光面に結像された被写体像に対応した色信号が生成される撮像素子と、対象画素の近傍に位置する複数の隣接画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、対象画素の色信号を求める補間処理手段と、対象画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、類似画素の輝度値と色差信号 C_b 、 C_r に基づいて、補間処理手段によって得られた対象画素の色信号を修正する修正処理手段とを備えることを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図 1 は、本発明の第 1 実施形態である画像補間装置を備えたデジタルカメラ 1 0 の概略的な構成を示している。

【 0 0 1 6 】

撮影レンズ 1 1 の後方には撮像素子である CCD 1 2 が配設され、CCD 1 2 の受光面にはカラーフィルタ 1 3 が設けられている。すなわち撮影レンズ 1 1 によって得られた被写体 S の光学像が CCD 1 2 の受光面に結像され、CCD 1 2 のフォトダイオードには、被写体像を構成するカラーの画素信号が発生する。画素信号は CCD 1 2 から読み出され、A/D 変換器 1 4 においてデジタル信号に変換される。そして画素信号はホワイトバランス調整回路 1 5 においてホワイトバランス調整を施され、画像メモリ 1 6 に格納される。

【 0 0 1 7 】

画素信号は画像メモリ 1 6 から読み出され、パターン設定部 1 7 に入力される。パターン設定部 1 7 では、後述するように、所定の配列パターンを構成する画素信号が全画素信号の中から抽出され、第 1、第 2、第 3 および第 4 パターンに分類される。補間処理部 1 8 では、パターン設定部 1 7 において抽出された画素信号がそのパターンに応じた補間処理を施される。補間処理部 1 8 から出力された、補間後の画素信号はメモリカード等の記録媒体 D に記録される。なおホワイトバランス調整回路 1 5 は、A/D 変換器 1 4 の後段ではなく、補間処理部 1 8 の後段に設けられてもよい。

【 0 0 1 8 】

図 2 はカラーフィルタ 1 3 におけるカラーフィルタ要素の配列と、パターン設定部 1 7 において抽出される、各パターンに属する画像の画素信号とを示している。カラーフィルタ 1 3 は、ベイヤー配列に従って配置されたレッド (R)、グリーン (G) およびブルー (B) のカラーフィルタ要素から構成される。すなわちカラーフィルタ 1 3 は、水平方向に R と G のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 1 の列 1 3 a と、この第 1 の列 1 3 a の上下側に隣接し、水平方向に G と B の

カラーフィルタ要素が交互に並ぶ第2の列13bとから構成され、CCD12では、各カラーフィルタ要素に対応した画素信号であるR、G、B信号が生成される。

【0019】

カラーフィルタ13は、左上にR、右上と左下にG、右下にBのカラーフィルタ要素が配置された2×2の画素マトリクスM1に区画される。パターン設定部17では、CCD12によって生成されるR、G、B信号から、画素マトリクスM1において左上にR信号が位置する第1パターンと、右上にG信号が位置する第2パターンと、左下にG信号が位置する第3パターンと、右下にB信号が位置する第4パターンとにそれぞれ属する画像が抽出される。

【0020】

パターン設定部17において、第1パターンは、C言語で表わされた論理式(1)に従って、1つの画像を構成する全ての画素信号から抽出される。

$$!(x \% 2) \ \&\& \ ! (y \% 2) \quad (1)$$

なお論理式(1)において、「x」と「y」は画像の左隅を原点とする横座標と縦座標をそれぞれ示す。すなわち、左隅のR信号の座標は(0,0)その右隣のG信号の座標は(1,0)である。また論理式(1)において、「!」は論理否定、「%」は剰余、「&&」は論理積を示す。したがって論理式(1)によれば、x座標とy座標がともに偶数である画素信号(すなわちR信号)から成る画像が抽出される。

【0021】

同様に、第2パターン、第3パターンおよび第4パターンは、論理式(2)、(3)

および(4)に従って抽出される。

$$(x \% 2) \ \&\& \ ! (y \% 2) \quad (2)$$

$$! (x \% 2) \ \&\& \ (y \% 2) \quad (3)$$

$$(x \% 2) \ \&\& \ (y \% 2) \quad (4)$$

【0022】

図3～図9を参照して補間処理部18における処理を説明する。図3は、画像

メモリ 16 に格納された、1つの画像を構成する画素の座標と色を示している。補間処理部 18 では、後述するように、G 補間処理ルーチン（図 4）と、R/B 補間処理ルーチン（図 5）と、第 1 の補間／修正処理ルーチンと（図 7、8）、第 2 の補間／修正処理ルーチン（図 9）とが実行される。これらの処理ルーチンにおいて、補間等によって画素データを求めようとしている対象画素の座標は (x, y) である。

【0023】

図 4 は G 補間処理ルーチンのフローチャートである。G 補間処理ルーチンでは、第 1 および第 4 パターンに属する画像に関する補間処理が行われる。

【0024】

ステップ 101 では、対象画素の左側に隣接する画素の G 信号である $G(x-1, y)$ と右側に隣接する画素の G 信号である $G(x+1, y)$ との差の絶対値が、対象画素の上側に隣接する画素の G 信号である $G(x, y-1)$ と下側に隣接する画素の G 信号である $G(x, y+1)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。対象画素の座標が $(2, 2)$ である場合（すなわち第 1 パターンの画像）を例にとって説明すると、対象画素は $R(2, 2)$ であり、ステップ 101 では $|G(1, 2) - G(3, 2)|$ が $|G(2, 1) - G(2, 3)|$ よりも小さいか否かが判定される。

【0025】

なお対象画素が第 1 パターンに属する画像に含まれるとき、すなわち R 信号であるとき、その左右に隣接する画素は第 2 パターンに属する画像に含まれ、またその上下に隣接する画素は第 3 パターンに含まれる。一方、対象画素が第 4 パターンに属する画像に含まれるとき、すなわち B 信号であるとき、その左右に隣接する画素は第 3 パターンに属する画像に含まれ、またその上下に隣接する画素は第 2 パターンに含まれる。

【0026】

ステップ 101 において、対象画素の左右に隣接する画素信号の差の絶対値の方が上下に隣接する画素信号の差の絶対値よりも小さいと判定されたとき、ステップ 102 が実行され、左右に隣接する画素信号である $G(x-1, y)$ と $G(x+1, y)$ の相加平均が、対象画素の G 信号 g として求められる。これに対して、対象画素の左

右に隣接する画素信号の差の絶対値が上下に隣接する画素信号の差の絶対値よりも小さくないと判定されたとき、ステップ 1 0 3 において、上下に隣接する画素信号である $G(x, y-1)$ と $G(x, y+1)$ の相加平均が、対象画素の G 信号 g として求められる。ステップ 1 0 2 または 1 0 3 の実行により、 G 補間処理ルーチンは終了する。

【 0 0 2 7 】

このように G 補間処理ルーチンでは、第 1 および第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、左右および上下に隣接する 4 つの G 信号において、差の小さい方の組の 2 つの G 信号の平均値が対象画素の G 信号として求められる。第 1 および第 4 パターンに属する画像の全ての画素に対して G 補間処理ルーチンが実行されると、1 つの画像を構成する全画素における G 信号が求められたことになる。

【 0 0 2 8 】

図 5 は R/B 補間処理ルーチンのフローチャートである。 R/B 補間処理ルーチンでは、第 2 および第 3 パターンに属する画像に関する補間処理が行われる。

【 0 0 2 9 】

ステップ 2 0 1 では対象画素が第 2 パターンに属する画像に含まれるか否かが判定される。対象画素が第 2 パターンに属する画像に含まれるとき、すなわち対象画素が画素マトリクス $M1$ (図 2) の右上の G 信号であるとき、ステップ 2 0 2 が実行される。これに対して対象画素が第 2 パターンに含まれないとき、すなわち第 3 パターンに含まれ、画素マトリクス $M1$ (図 2) の左下の G 信号であるとき、ステップ 2 0 3 が実行される。

【 0 0 3 0 】

ステップ 2 0 2 では、対象画素の左右に隣接する画素信号 (第 1 パターンの画像) である $R(x-1, y)$ と $R(x+1, y)$ の相加平均が対象画素の R 信号 r として求められる。また対象画素の上下に隣接する画素信号 (第 4 パターンの画像) である $B(x, y-1)$ と $B(x, y+1)$ の相加平均が対象画素の B 信号 b として求められる。

【 0 0 3 1 】

ステップ 2 0 3 では、対象画素の上下に隣接する画素信号 (第 1 パターンの画像) である $R(x, y-1)$ と $R(x, y+1)$ の相加平均が対象画素の R 信号 r として求められ

る。また対象画素の左右に隣接する画素信号（第4パターンの画像）である $B(x-1, y)$ と $B(x+1, y)$ の相加平均が対象画素のB信号 b として求められる。

【0032】

ステップ202または203の実行によりR/B補間処理ルーチンは終了する。このようにR/B補間処理ルーチンでは、第2および第3パターンに属する画像の各画素に関し、左右および上下に隣接する画素信号を補間することにより、対象画素のRおよびB信号が求められる。G補間処理ルーチン（図4）が完了し、かつ第2および第3パターンに属する画像の全ての画素に対してR/B補間処理ルーチンが実行されると、図6から理解されるように、1つの画像を構成する全画素におけるG信号が求められ、また第2および第3パターンに属する画像の各画素に関してR信号 r とB信号 b が求められたことになる。すなわち第1パターンに属する画像に関しては、B信号がまだ求められておらず、また第4パターンに属する画像に関しては、R信号がまだ求められていない。

【0033】

図7および図8は、第1パターンに属する画像の各画素に関してB信号を求めるとともに、G補間処理ルーチン（図4）により求められたG信号を修正する第1の補間/修正処理ルーチンのフローチャートである。

【0034】

ステップ301では、対象画素の左側に隣接する画素のG信号である $G(x-1, y)$ と対象画素のG信号である $G(x, y)$ との差の絶対値が、対象画素の右側に隣接する画素のG信号である $G(x+1, y)$ と対象画素のG信号である $G(x, y)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。換言すれば、対象画素の左右に隣接するいずれの画素のG信号が対象画素のG信号に近い値を有するか否かが判定される。左側の画素のG信号が対象画素のG信号により近いとき、ステップ302において、パラメータ p が-1に定められる。これに対し、右側の画素のG信号が対象画素のG信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ303において、パラメータ p が1に定められる。

【0035】

ステップ304では、対象画素の上側に隣接する画素のG信号である $G(x, y-1)$

と対象画素のG信号である $G(x,y)$ との差の絶対値が、対象画素の下側に隣接する画素のG信号である $G(x,y+1)$ と対象画素のG信号である $G(x,y)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。すなわち対象画素の上下に隣接するいずれの画素のG信号が対象画素のG信号に近い値を有するか否かが判定される。上側のG信号が対象画素のG信号により近いとき、ステップ305において、パラメータ q が-1に定められる。これに対し、下側のG信号が対象画素のG信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ306において、パラメータ q が1に定められる。

【0036】

ステップ307では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、G信号の大きさが比較される。対象画素の左側の画素のG信号が右側の画素のG信号よりも対象画素のG信号に近く、かつ対象画素の上側の画素のG信号が下側の画素のG信号よりも対象画素のG信号に近いとき、パラメータ p 、 q はともに-1であり、 $G(x-1,y)$ と $G(x,y)$ との差の絶対値が、 $G(x,y-1)$ と $G(x,y)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。左側のG信号が対象画素のG信号により近いとき、ステップ308において、パラメータ s が p すなわち-1に定められる。これに対し、上側のG信号が対象画素のG信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ309においてパラメータ s が $2 \times q$ すなわち-2に定められる。

【0037】

パラメータ p 、 q がともに1であるとき、パラメータ p 、 q がそれぞれ-1、1であるとき、パラメータ p 、 q がそれぞれ1、-1であるときも同様にしてステップ307、308または309が実行される。このようにして第1の補間／修正処理ルーチンでは、対象画素のG信号に関し、第2および第3パターンに属する画像に含まれる、隣接する画素のG信号の値が検討され、左側に隣接する画素のG信号が最も近ければパラメータ s は-1に、右側に隣接する画素のG信号が最も近ければパラメータ s は1に、上側に隣接する画素のG信号が最も近ければパラメータ s は-2に、下側に隣接する画素のG信号が最も近ければパラメータ s は2に、それぞれ定められる。

【 0 0 3 8 】

この明細書では、4つの隣接する画素において、対象画素のG信号に最も近いG信号を有する画素を類似画素と呼ぶ。類似画素は、輝度値が対象画素の輝度値に最も近いものが好ましいが、対象画素の輝度値が未知であるため、G信号を用いて輝度値を判定し、類似画素を抽出している。

【 0 0 3 9 】

ステップ310ではパラメータsが-1であるか否か、すなわち類似画素が対象画素の左側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータsが-1であるとき、ステップ311が実行され、類似画素のR、G、B信号である $R(x-1, y)$ 、 $G(x-1, y)$ 、 $B(x-1, y)$ を用いて輝度値Y、色差信号Cb、Crおよび修正輝度値YGが求められる。

【 0 0 4 0 】

輝度値Y、色差信号Cb、Crおよび修正輝度値YGはそれぞれ(5)式、(6)式、(7)式および(8)式に従って演算される。

$$Y = 0.299 \times R(x-1, y) + 0.587 \times G(x-1, y) + 0.114 \times B(x-1, y) \quad (5)$$

$$Cb = -0.169 \times R(x-1, y) - 0.331 \times G(x-1, y) + 0.5 \times B(x-1, y) \quad (6)$$

$$Cr = 0.5 \times R(x-1, y) - 0.419 \times G(x-1, y) - 0.081 \times B(x-1, y) \quad (7)$$

$$YG = Y \times G(x, y) / G(x-1, y) \quad (8)$$

【 0 0 4 1 】

(5)式、(6)式および(7)式は従来公知である。修正輝度値YGは、(8)式から理解されるように対象画素のG信号と類似画素のG信号との比率を輝度値Yに乗じたものである。

【 0 0 4 2 】

ステップ312では、対象画素のG信号が(9)式に従って演算され、修正されたG信号 g' が求められる。また対象画素のB信号が(10)式に従って演算され、補間されたB信号bが求められる。これにより、第1の補間／修正処理ルーチンは終了する。

$$g' = YG - 0.344 \times Cb - 0.714 \times Cr \quad (9)$$

$$b = YG + 1.772 \times Cb \quad (10)$$

【0043】

なお(10)式は、色差信号 C_b 、 C_r をそれぞれ $C_r = (R - Y) \times 0.5 / (1 - 0.299)$ 、 $C_b = (B - Y) \times 0.5 / (1 - 0.114)$ と定義し、これらの定義式を変形するとともに輝度値 Y の代わりに修正輝度値 Y_G を用いることによって得られる。(9)式は、輝度値 Y を $Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$ と定義し、この定義式と色差信号 C_b 、 C_r の定義式とを変形するとともに輝度値 Y の代わりに修正輝度値 Y_G を用いることによって得られる。

【0044】

このように本実施形態では、対象画素の色差信号 C_b 、 C_r は類似画素の色差信号 C_b 、 C_r に等しいと仮定し、また修正輝度値 Y_G を対象画素の輝度値と見做して、対象画素の B 信号を補間により求め、また G 信号を修正している。

【0045】

ステップ310においてパラメータ s が-1ではないと判定されたとき、ステップ313へ進み、パラメータ s が1であるか否かが判定され、類似画素が対象画素の右側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータ s が1であるとき、ステップ314が実行され、類似画素の R 、 G 、 B 信号を用いて輝度値 Y 、色差信号 C_b 、 C_r および修正輝度値 Y_G が求められる。

【0046】

輝度値 Y 、色差信号 C_b 、 C_r および修正輝度値 Y_G はそれぞれ(5a)式、(6a)式、(7a)式および(8a)式に従って演算される。

$$Y = 0.299 \times R(x+1, y) + 0.587 \times G(x+1, y) + 0.114 \times B(x+1, y) \quad (5a)$$

$$C_b = -0.169 \times R(x+1, y) - 0.331 \times G(x+1, y) + 0.5 \times B(x+1, y) \quad (6a)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x+1, y) - 0.419 \times G(x+1, y) - 0.081 \times B(x+1, y) \quad (7a)$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x+1, y) \quad (8a)$$

【0047】

次いでステップ312が実行される。すなわち、対象画素の G 信号が(9)式に従って演算され、修正された G 信号 g' が求められる。また対象画素の B 信号が(10)式に従って演算され、補間された B 信号 b が求められる。これにより第1の補間／修正処理ルーチンは終了する。

【 0 0 4 8 】

ステップ 3 1 3 においてパラメータ s が 1 ではないと判定されたとき、ステップ 3 1 5 へ進み、パラメータ s が - 2 であるか否かが判定され、類似画素が対象画素の上側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータ s が - 2 であるとき、ステップ 3 1 6 が実行され、類似画素の R 、 G 、 B 信号を用いて輝度値 Y 、色差信号 C_b 、 C_r および修正輝度値 Y_G が求められる。

【 0 0 4 9 】

輝度値 Y 、色差信号 C_b 、 C_r および修正輝度値 Y_G はそれぞれ (5 b) 式、(6 b) 式、(7 b) 式および (8 b) 式に従って演算される。

$$Y = 0.299 \times R(x, y-1) + 0.587 \times G(x, y-1) + 0.114 \times B(x, y-1) \quad (5 \text{ b})$$

$$C_b = -0.169 \times R(x, y-1) - 0.331 \times G(x, y-1) + 0.5 \times B(x, y-1) \quad (6 \text{ b})$$

$$C_r = 0.5 \times R(x, y-1) - 0.419 \times G(x, y-1) - 0.081 \times B(x, y-1) \quad (7 \text{ b})$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x, y-1) \quad (8 \text{ b})$$

【 0 0 5 0 】

次いで、ステップ 3 1 1、3 1 4 の場合と同様に、ステップ 3 1 2 が実行され、対象画素の G 信号が (9) 式に従って修正され、また対象画素の B 信号が (10) 式に従って演算され、第 1 の補間／修正処理ルーチンは終了する。

【 0 0 5 1 】

ステップ 3 1 5 においてパラメータ s が - 2 ではないと判定されたとき、パラメータ s は 2 である、すなわち類似画素が対象画素の下側に隣接する画素であるとは見做され、ステップ 3 1 7 において、類似画素の R 、 G 、 B 信号を用いて輝度値 Y 、色差信号 C_b 、 C_r および修正輝度値 Y_G が求められる。

【 0 0 5 2 】

輝度値 Y 、色差信号 C_b 、 C_r および修正輝度値 Y_G はそれぞれ (5 c) 式、(6 c) 式、(7 c) 式および (8 c) 式に従って演算される。

$$Y = 0.299 \times R(x, y+1) + 0.587 \times G(x, y+1) + 0.114 \times B(x, y+1) \quad (5 \text{ c})$$

$$C_b = -0.169 \times R(x, y+1) - 0.331 \times G(x, y+1) + 0.5 \times B(x, y+1) \quad (6 \text{ c})$$

$$C_r = 0.5 \times R(x, y+1) - 0.419 \times G(x, y+1) - 0.081 \times B(x, y+1) \quad (7 \text{ c})$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x, y+1) \quad (8 \text{ c})$$

【 0 0 5 3 】

次いで、ステップ 3 1 1、3 1 4、3 1 6 の場合と同様に、ステップ 3 1 2 が実行され、対象画素の G 信号が (9) 式に従って修正され、また対象画素の B 信号が (1 0) 式に従って演算され、第 1 の補間／修正処理ルーチンは終了する。

【 0 0 5 4 】

第 1 の補間／修正処理ルーチンは、第 1 パターンに属する画像の全ての画素に関して実行される。G 補間処理ルーチン (図 4)、R／B 補間処理ルーチン (図 5) および第 1 の補間／修正処理ルーチン (図 7 及び図 8) が完了した時点において、第 1、第 2 および第 3 パターンに属する画像に関して、R、G、B 信号が求められており、第 4 パターンに属する画像における R 信号はまだ決定されていない。

【 0 0 5 5 】

第 4 パターンの画像の R 信号は、第 2 の補間／修正処理ルーチンにより求められる。また第 2 の補間／修正処理ルーチンでは、G 補間処理ルーチン (図 4) により求められた G 信号が修正される。図 9 は第 2 の補間／修正処理ルーチンのフローチャートの後半部分を示している。なお第 2 の補間／修正処理ルーチンの前半部分は図 7 に示す第 1 の補間／修正処理ルーチンと同じであるので、図示を省略する。

【 0 0 5 6 】

ステップ 4 1 0、4 1 3、4 1 5 の処理内容はステップ 3 1 0、3 1 3、3 1 5 (図 8) と同じである。ステップ 4 1 1、4 1 4、4 1 6、4 1 7 の処理内容はステップ 3 1 1、3 1 4、3 1 6、3 1 7 と同じである。

【 0 0 5 7 】

ステップ 4 1 2 では、対象画素の R 信号が (1 1) 式に従って演算され、補間された R 信号 r が求められる。対象画素の G 信号が (1 2) 式に従って演算され、修正された G 信号 g' が求められる。

$$r = Y G + 1.402 \times C r \quad (1 1)$$

$$g' = Y G - 0.344 \times C b - 0.714 \times C r \quad (1 2)$$

【 0 0 5 8 】

第 2 の補間／修正処理ルーチンは、第 4 パターンに属する画像の全ての画素に関して実行される。

【 0 0 5 9 】

このように第 2 の補間／修正処理ルーチンでは、第 1 の補間／修正処理ルーチンと同様に、対象画素の色差信号 C_b 、 C_r は類似画素の色差信号 C_b 、 C_r に等しいと仮定し、また修正輝度値 Y_G を対象画素の輝度値と見做して、対象画素の R 信号を補間により求め、また G 信号を修正している。

【 0 0 6 0 】

以上のように本実施形態では、特に第 1 の補間／修正処理ルーチン（図 7 および図 8）と第 2 の補間／修正処理ルーチン（図 9）において、対象画素に関して、その左右および上下に位置する画素から輝度値が最も近いものを類似画素として抽出し、補間処理を行っている。この補間処理において、2 つの画素における輝度値が近いほど色の相関が強いため、対象画素の色差信号を類似画素の色差信号とすることにより、実際の色により近い画素信号を得ることができる。したがって本実施形態によれば、再生画像における色にじみを減少させることができる。

【 0 0 6 1 】

さらに本実施形態では、 G 補間処理ルーチンにより求められた G 信号が（9）～（12）式に従って修正されるので、対象画素の色合いが周囲に位置する画素の色合いに近くなり、画像全体として色にじみがより減少する。

【 0 0 6 2 】

図 10 および図 11 を参照して第 2 実施形態を説明する。図 10 は、第 2 の補間／修正処理ルーチンの前半部分を示し、図 11 は、第 2 の補間／修正処理ルーチンの前半部分を示している。その他の構成は第 1 実施形態と同じであるので省略する。

【 0 0 6 3 】

ステップ 501 では、対象画素の左側および右側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式（13）が成立するか否かが判定される。

$$|0.587 \times (G(x-1, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x-1, y) - R(x, y))| <$$

$$|0.587 \times (G(x+1, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x+1, y) - R(x, y))| \quad (13)$$

不等式 (13) が真であるとき、すなわち左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値の値により近いとき、ステップ 502 において、パラメータ p が -1 に定められる。これに対し、不等式 (13) が偽であるとき、すなわち右側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 503 において、パラメータ p が 1 に定められる。

【0064】

ステップ 504 では、対象画素の上側および下側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (14) が成立するか否かが判定される。

$$|0.587 \times (G(x, y-1) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y-1) - R(x, y))| < \\ |0.587 \times (G(x, y+1) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y+1) - R(x, y))| \quad (14)$$

不等式 (14) が真であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値の値により近いとき、ステップ 505 において、パラメータ q が -1 に定められる。これに対し、不等式 (14) が偽であるとき、すなわち下側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 506 において、パラメータ q が 1 に定められる。

【0065】

ステップ 507 では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、不等式 (15) に従って輝度値が比較される。

$$|0.587 \times (G(x+p, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x+p, y) - R(x, y))| < \\ |0.587 \times (G(x, y+q) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y+q) - R(x, y))| \quad (15)$$

パラメータ p , q がともに -1 であり、かつ不等式 (15) が真であるとき、左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値に最も近く、この場合ステップ 508 においてパラメータ s が p すなわち -1 に定められる。これに対し、不等式 (15) が偽であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 509 においてパラメータ s が $2 \times q$ すなわち -2 に定められる。

【0066】

パラメータ p , q がともに 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ -1, 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ 1, -1 であるときも同様にしてステップ 507、508 または 509 が実行される。このようにして第 1 の補間／修正処理ルーチンでは、対象画素の G 信号および R 信号と、第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれる、隣接する画素の G 信号および R 信号とを用いて輝度値が検討され、左側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は -1 に、右側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は 1 に、上側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は -2 に、下側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は 2 に、それぞれ定められる。

【 0 0 6 7 】

このようにして、対象画素の輝度値に最も近い輝度値を有する類似画素が抽出された後、図 8 に示されるフローチャートと同様な処理によって、類似画素の R, G, B 信号を用いて輝度値 Y 、色差信号 C_b , C_r および修正輝度値 Y_G が求められ、対象画素の B 信号が補間により求められるとともに、G 信号が修正される。なお修正輝度値 Y_G は、対象画素と類似画素の G 信号と R 信号を用いて、(16) 式に従って求められる。その他の式については、第 1 実施形態と同じである。

$$Y_G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.299 \times R(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.299 \times R(x', y')) \quad (16)$$

ただし、 $G(x', y')$ は類似画素の G 信号、 $R(x', y')$ は類似画素の R 信号を示す。

【 0 0 6 8 】

第 2 の補間／修正処理ルーチン (図 11) では、第 4 パターンの画像の R 信号が補間により求められるとともに、G 信号が修正される。ステップ 601 では、対象画素の左側および右側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (17) が成立するか否かが判定される。

$$\begin{aligned} & |0.587 \times (G(x-1, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x-1, y) - B(x, y))| < \\ & |0.587 \times (G(x+1, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x+1, y) - B(x, y))| \quad (17) \end{aligned}$$

不等式 (17) が真であるときは、ステップ 602 においてパラメータ p が -1

に定められ、不等式 (17) が偽であるときは、ステップ 603 においてパラメータ p が 1 に定められる。

【0069】

ステップ 604 では、対象画素の上側および下側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (18) が成立するか否かが判定される。

$$\begin{aligned} &|0.587 \times (G(x, y-1) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y-1) - B(x, y))| < \\ &|0.587 \times (G(x, y+1) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y+1) - B(x, y))| \quad (18) \end{aligned}$$

不等式 (18) が真であるときは、ステップ 605 においてパラメータ q が -1 に定められ、不等式 (18) が偽であるときは、ステップ 606 においてパラメータ q が 1 に定められる。

【0070】

ステップ 607 では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、不等式 (19) に従って輝度値が比較される。

$$\begin{aligned} &|0.587 \times (G(x+p, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x+p, y) - B(x, y))| < \\ &|0.587 \times (G(x, y+q) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y+q) - B(x, y))| \quad (19) \end{aligned}$$

パラメータ p , q がともに -1 であり、かつ不等式 (19) が真であるとき、左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値に最も近く、この場合ステップ 608 においてパラメータ s が p すなわち -1 に定められる。これに対し、不等式 (19) が偽であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 609 においてパラメータ s が $2 \times q$ すなわち -2 に定められる。

【0071】

パラメータ p , q がともに 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ -1, 1 であるとき、パラメータ p , q がそれぞれ 1, -1 であるときも同様にしてステップ 607、608 または 609 が実行される。このようにして第 2 の補間／修正処理ルーチンでは、対象画素の G 信号および B 信号と、第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれる、隣接する画素の G 信号および B 信号とを用いて輝度値が検討され、左側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は -

1 に、右側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は 1 に、上側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は -2 に、下側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ s は 2 に、それぞれ定められる。

【 0 0 7 2 】

このようにして、対象画素の輝度値に最も近い輝度値を有する類似画素が抽出された後、図 9 に示されるフローチャートと同じ処理によって、類似画素の R、G、B 信号を用いて輝度値 Y 、色差信号 C_b 、 C_r および修正輝度値 Y_G が求められ、対象画素の R 信号が補間により求められるとともに、G 信号が修正される。なお修正輝度値 Y_G は、対象画素と類似画素の G 信号と B 信号を用いて、(20) 式に従って求められる。

$$Y_G = Y \times \frac{(0.587 \times G(x, y) + 0.114 \times B(x, y))}{(0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y'))} \quad (20)$$

ただし、 $G(x', y')$ は類似画素の G 信号、 $B(x', y')$ は類似画素の B 信号を示す。

【 0 0 7 3 】

以上のように本実施形態では、第 1 の補間／修正処理ルーチン（図 10）と第 2 の補間／修正処理ルーチン（図 11）において、輝度値として G 信号および R 信号あるいは B 信号を用いているので、輝度信号をより正確に検討することができる。したがって、再生画像における色にじみを、第 1 実施形態よりも減少させることができる。

【 0 0 7 4 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、補間処理によって再生画像に生じる色にじみを減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態である画像補間装置を備えたデジタルカメラの概略的な構成を示すブロック図である。

【図 2】

カラーフィルタにおけるカラーフィルタ要素の配列と、パターン設定部において抽出される各パターンに属する画像の画素信号とを示す図である。

【図 3】

1つの画像を構成する画素の座標と色を示す図である。

【図 4】

G補間処理ルーチンのフローチャートである。

【図 5】

R／B補間処理ルーチンのフローチャートである。

【図 6】

G補間処理ルーチンとR／B補間処理ルーチンが実行されたことによって求められた画素信号を示す図である。

【図 7】

第1の補間／修正処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

【図 8】

第1の補間／修正処理ルーチンのフローチャートの後半部分である。

【図 9】

第2の補間／修正処理ルーチンのフローチャートの後半部分である。

【図 10】

第2実施形態における第1の補間／修正処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

【図 11】

第2実施形態における第2の補間／修正処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

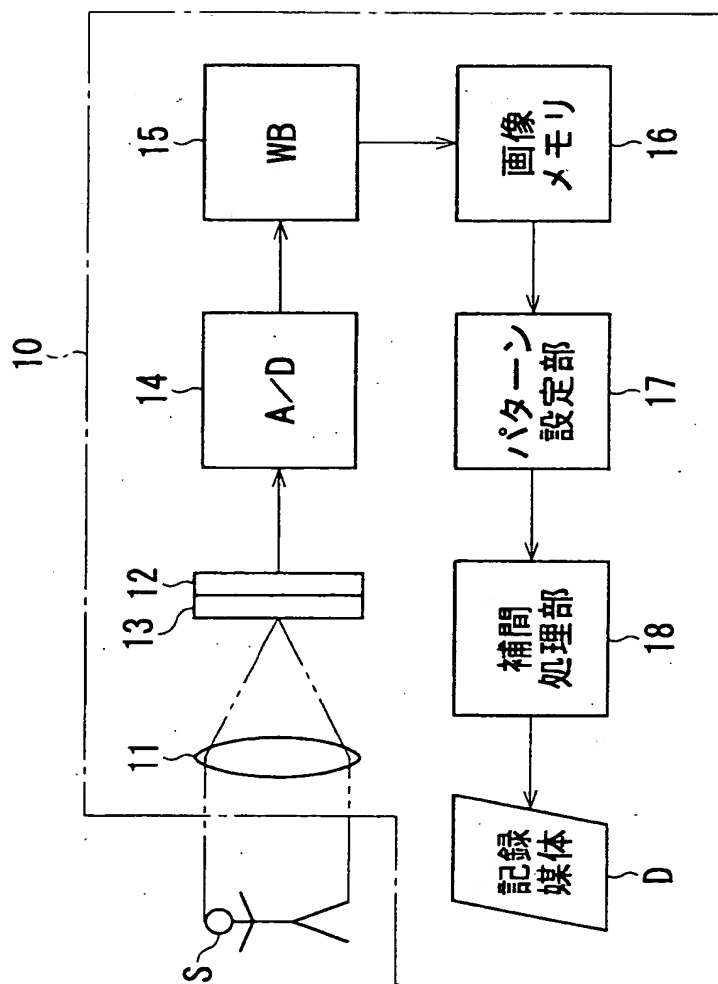
【符号の説明】

1 2 撮像素子

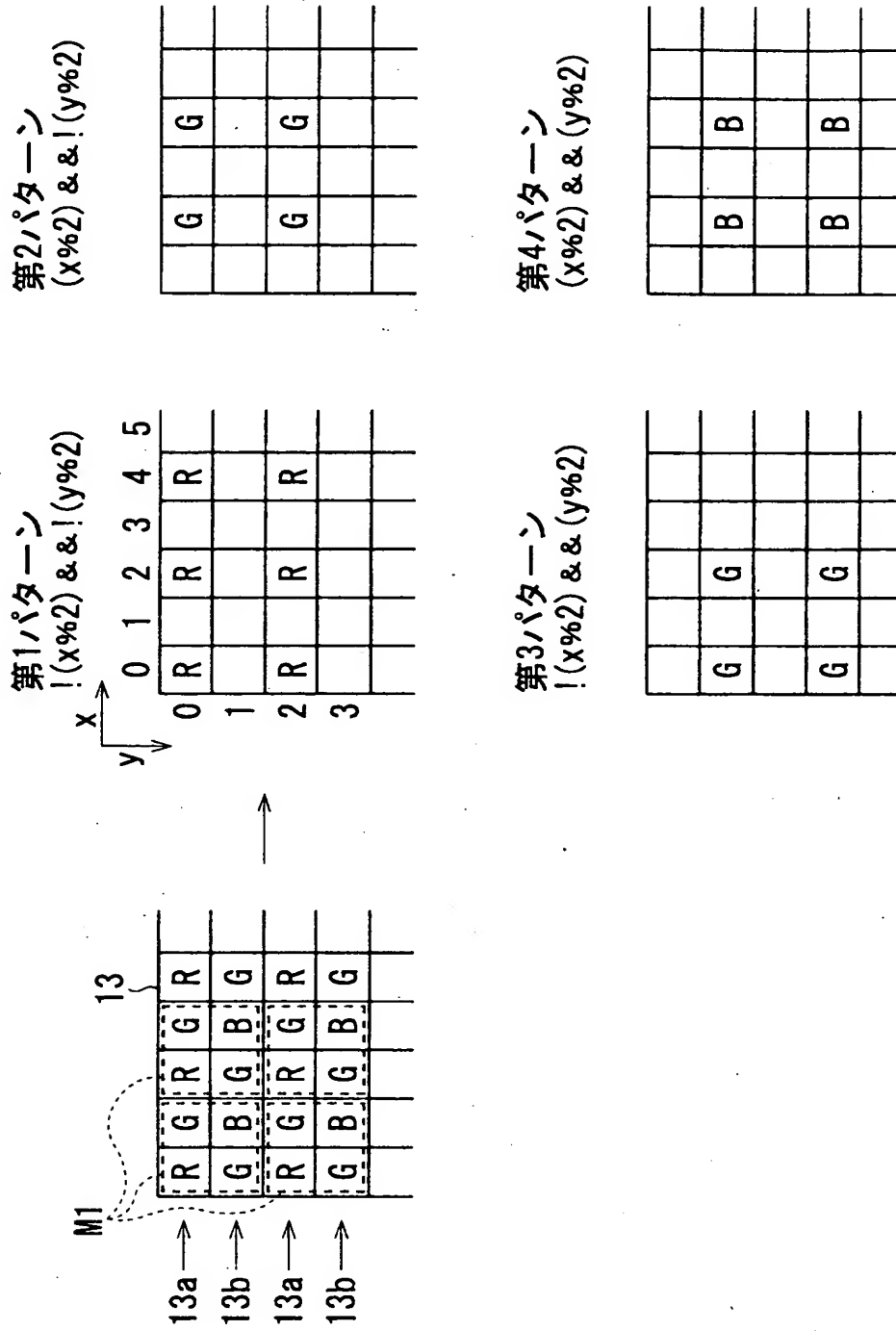
1 3 カラーフィルタ

【書類名】 図面

【図 1】



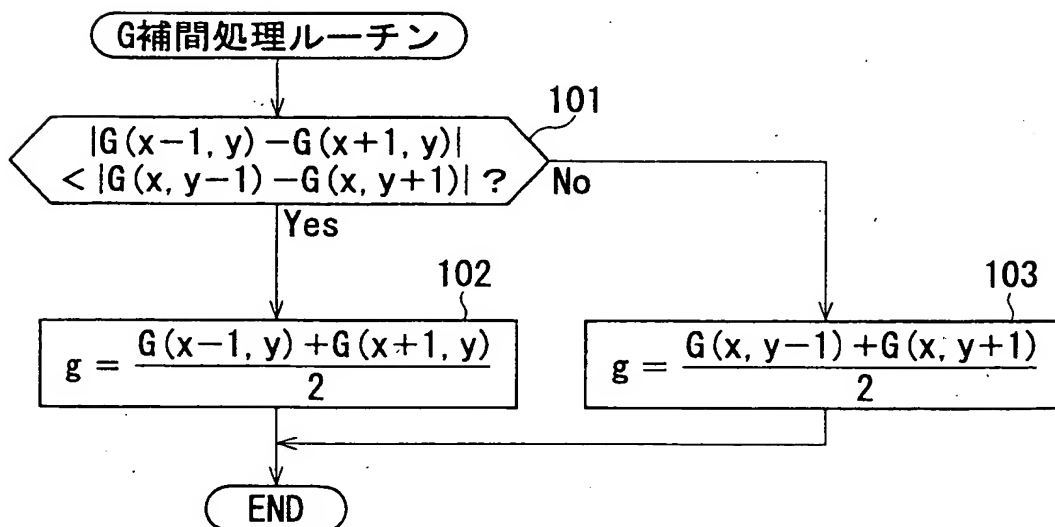
【図2】



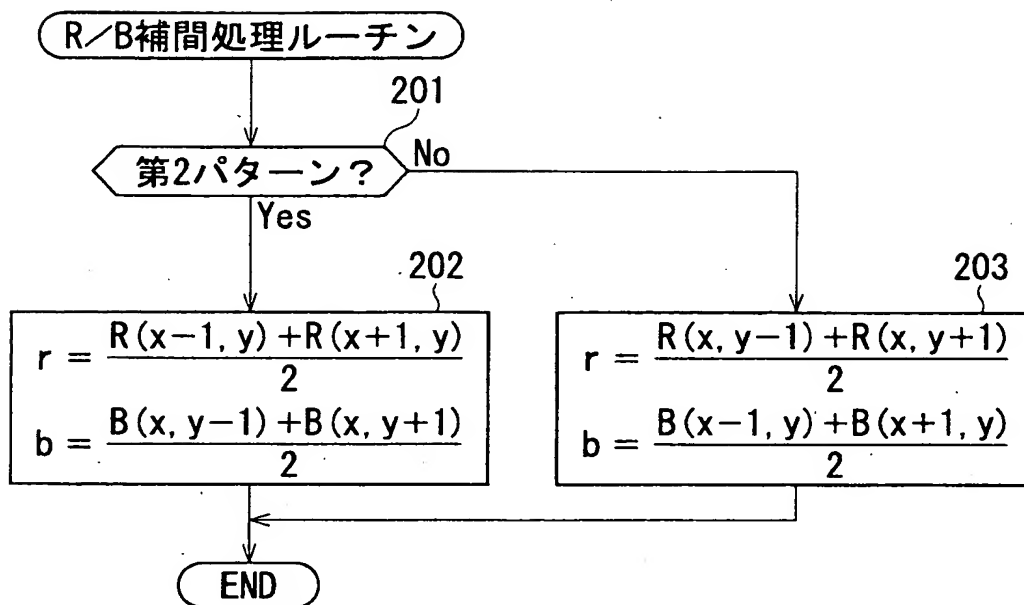
【図 3】

R(0, 0)	G(1, 0)	R(2, 0)	G(3, 0)	R(4, 0)	
G(0, 1)	B(1, 1)	G(2, 1)	B(3, 1)	G(4, 1)	
R(0, 2)	G(1, 2)	R(2, 2)	G(3, 2)	R(4, 2)	
G(0, 3)	B(1, 3)	G(2, 3)	B(3, 3)	G(4, 3)	
R(0, 4)	G(1, 4)	R(2, 4)	G(3, 4)	R(4, 4)	

【図 4】



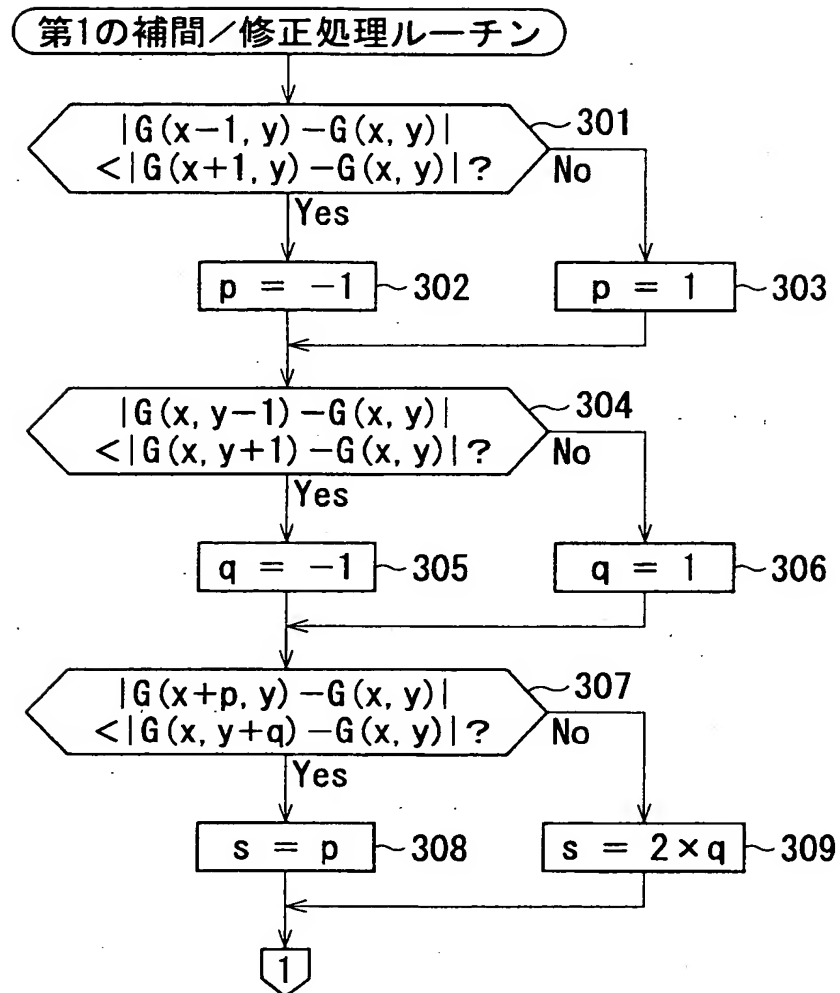
【図 5】



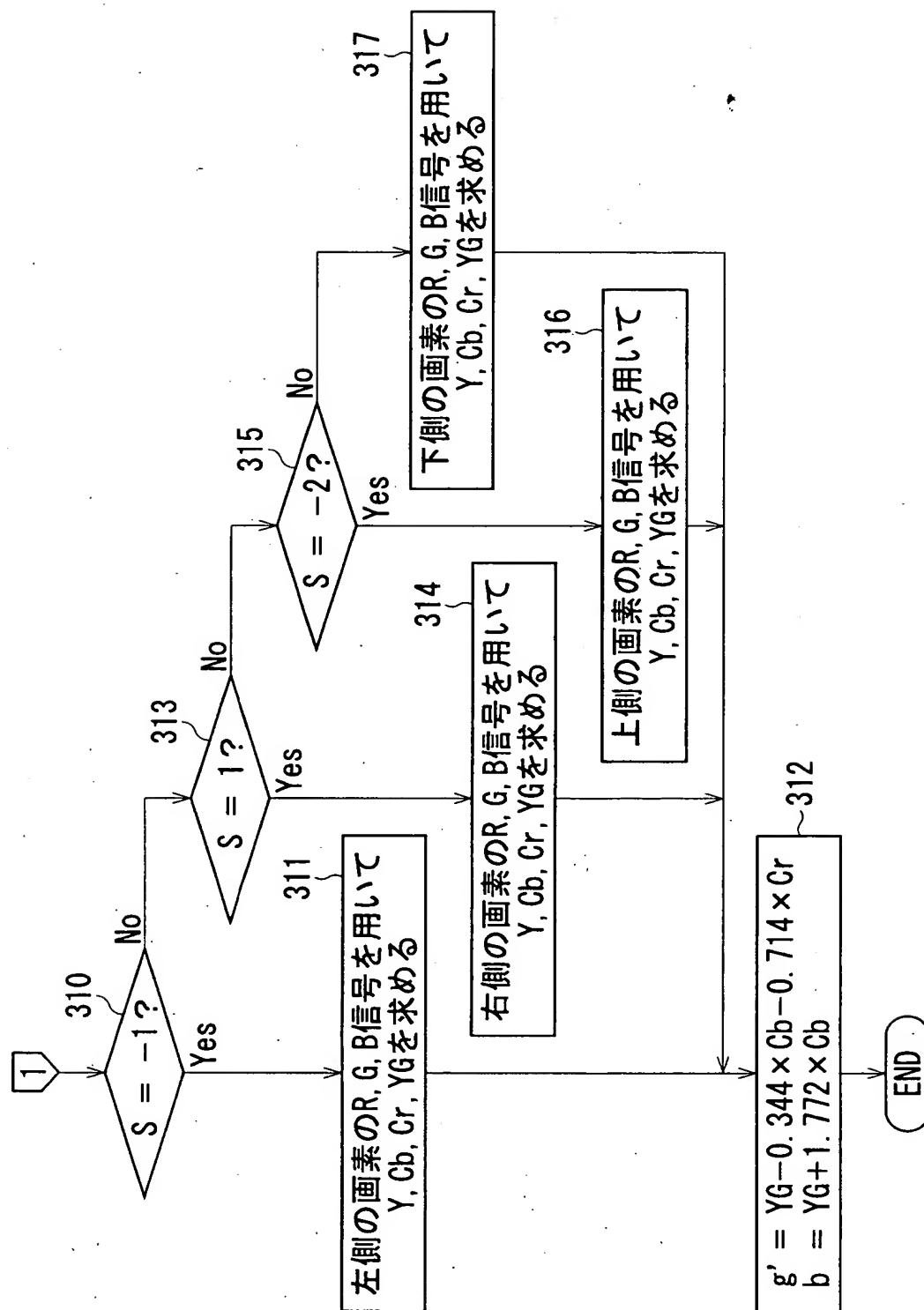
【図 6】

R(0, 0) g	G(1, 0) r, b	R(2, 0) g	G(3, 0) r, b	R(4, 0) g	
G(0, 1) r, b	B(1, 1) g	G(2, 1) r, b	B(3, 1) g	G(4, 1) r, b	
R(0, 2) g	G(1, 2) r, b	R(2, 2) g	G(3, 2) r, b	R(4, 2) g	
G(0, 3) r, b	B(1, 3) g	G(2, 3) r, b	B(3, 3) g	G(4, 3) r, b	
R(0, 4) g	G(1, 4) r, b	R(2, 4) g	G(3, 4) r, b	R(4, 4) g	

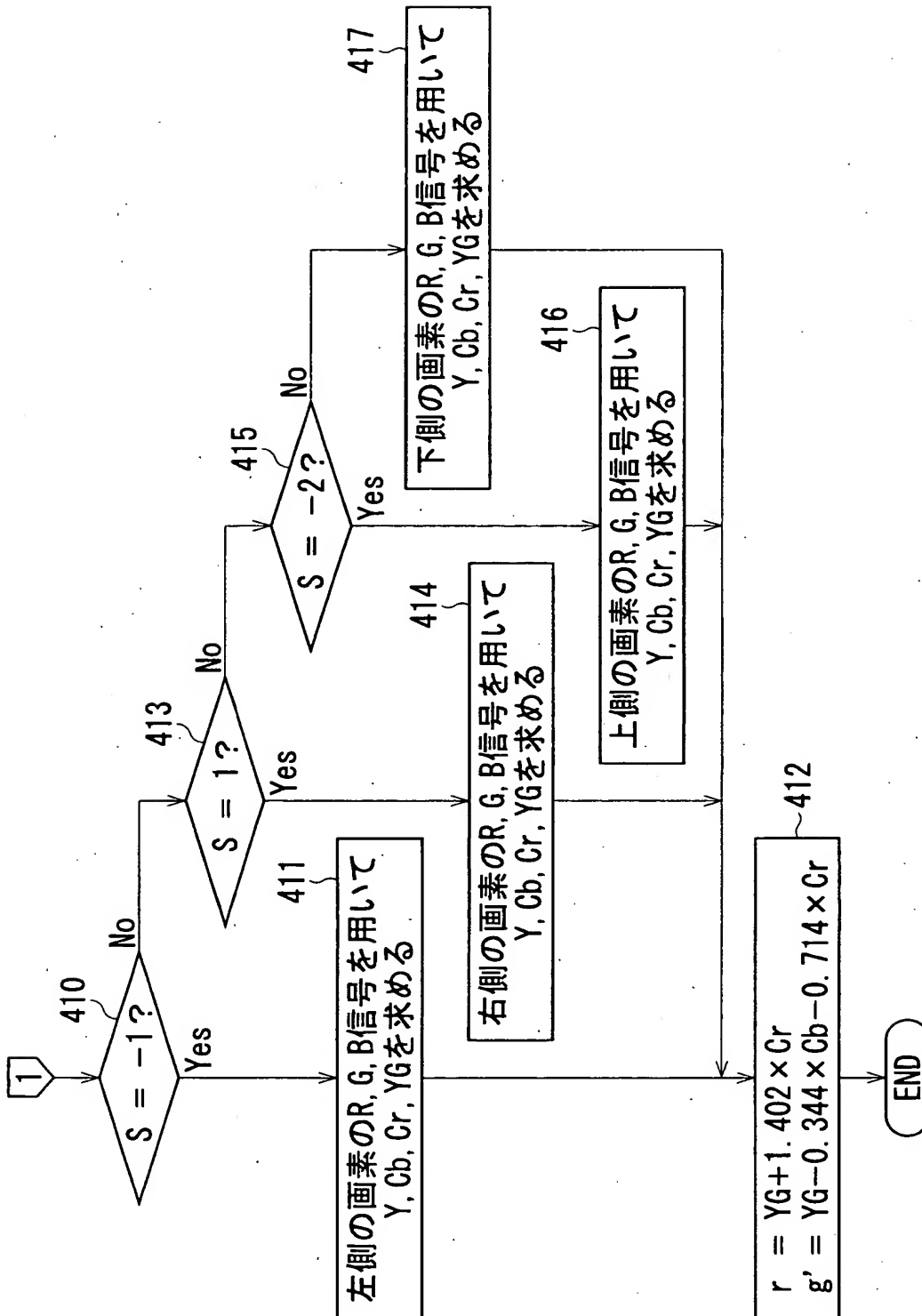
【図 7】



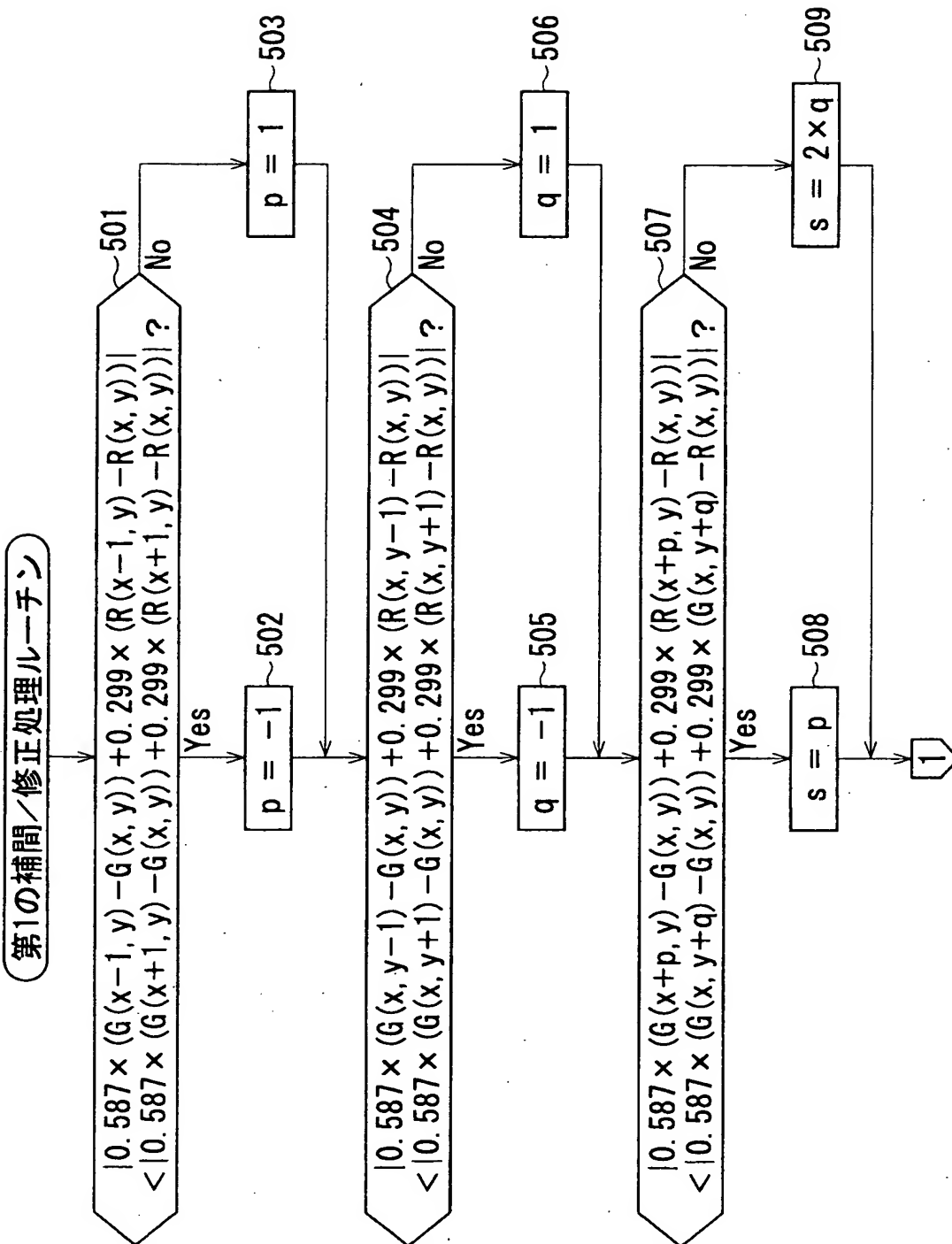
【図 8】



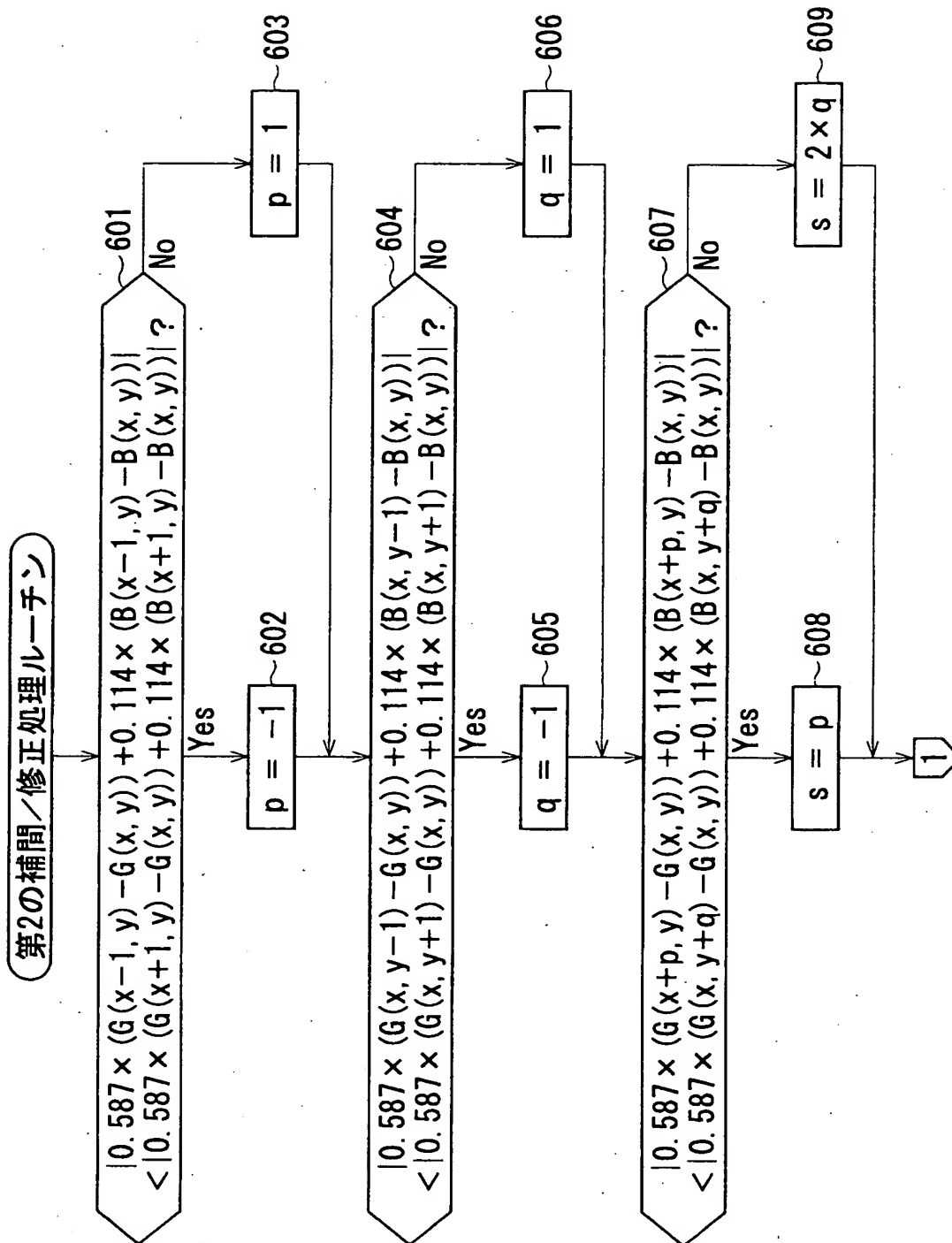
【図9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 補間処理によって再生画像に生じる色にじみを減少させる。

【解決手段】 補間処理により画素信号を得ようとしている対象画素の左右および上下に隣接する画素のG信号と対象画素のG信号との差を比較する（ステップ310, 313, 315）。左側の画素のG信号が対象画素のG信号に最も近いとき、左側の画素に関し、R, G, B信号を用いて、輝度値Yと色差信号Cb、Crと修正輝度値YGを求める（ステップ311）。修正輝度値YGと色差信号Cb、Crを用いて、対象画素のB信号bを求めるとともにG信号を修正する（ステップ312）。右側、上側、下側の画素のG信号が対象画素のG信号に最も近いときは、それぞれ右側、上側、下側の画素信号を用いる。

【選択図】 図8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名	旭光学工業株式会社